山楂叶螨滞育的初步研究

刘会梅[1]，孙绪良[1*]，王向军[2]，张建军[1]

（1. 山东农业大学植保学院，山东泰安 271018；2. 山东黄岛出入境检验检疫局，山东黄岛 266500）

摘要：本文采用海绵水盘法研究了山楂叶螨 *Tetranychus viennensis* Zacher 的滞育与温度、光照和寄主营养等环境因子的关系。结果表明 21℃下，临界光周期为 12 h 32 min，光敏感螨态为幼螨至第二若螨之间的连续两个螨态，单独一个发育阶段对短光照不敏感或仅有微弱的感应。在相同寄主（梨树）叶片上，病叶和老叶诱导的滞育率比嫩叶高，分别为 69.7%、55.3% 和 20%。相同叶片，短光照（12.5 h/d）条件下随螨密度的增大滞育率升高。相同短光照下，低温促进滞育，在 15℃、18℃ 和 21℃下滞育率分别为 100%、93.1%和 66.7%；高温（24℃）抑制滞育，滞育率仅为 13.3%；温度为 27℃时不滞育。

关键词：山楂叶螨；滞育；光周期；敏感螨态；食物质量；温度

中图分类号：Q968 **文献标识码**：A **文章编号**：0454-6296（2003）04-0500-05

Diapause of the hawthorn spider mite，*Tetranychus viennensis* Zacher

LIU Hui-Mei[1]，SUN Xu-Gen[1*]，WANG Xiang-Jun[2]，ZHANG Jian-Jun[1]（1. College of Plant Protection，Shandong Agricultural University，Taian，Shangdong 271018，China；2. Shandong Huangdao Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau，Huangdao，Shangdong 266500，China）

Abstract：The effects of environmental factors such as photoperiod temperature and food quality on the incidence of diapause in the hawthorn spider mite，*Tetranychus viennensis* Zacher were investigated. The results show that the critical photoperiod for inducton of diapause was 12 hours and 32 minutes. The stages from larva to the protonymph，or from protonymph to the deutonymph，were more sensitive to photoperiod than other stages，however，among these a single developmental stage could not induce diapause. Feeding on the same host plants，the diapause incidence on old，diseased and young leaves were 69.7%，55.3% and 20% respectively. Short photophase and low temperature（15℃，18℃，21℃）enhanced the incidence of diapause（100%，93.1% and 66.7% respectively）. Higher temperature（24℃）inhibited diapause，and diapause did not occur at 27℃.

Key words：*Tetranychus viennensis*；diapause；photeperiod；sensitive stage；temperature；food quality

山楂叶螨 *Tetranychus viennensis* Zacher 是仁果类和核果类果树的主要害螨之一。主要危害叶片、嫩梢和花萼，破坏气孔构造、栅栏组织以及叶绿体，使树体在生理上表现异常，影响产量，严重时全树叶片落光。滞育是节肢动物生活周期中积极适应环境的特殊表现形式。上个世纪初，昆虫滞育的研究从个体生态学开始，到滞育的环境生理学、内分泌学和 50 年代后的生理生化，如今已经深入到分子机理（徐卫华，1999）。关于叶螨的滞育研究则起步较晚，历史短，远不及昆虫深入。国内仅见有棉叶螨（即二斑叶螨）*Tetranychus urticae*（匡海源，1965；朴春树等，2000）、针叶小爪螨 *Oligonychus ununguis*（孙绪良等，1995）、朱砂叶螨 *T. cinnabarinus*（吴千红和经佐琴，1993）、杨始叶螨 *Eotetranychus populi*（孙绪良等，1998）等几种。国外在该方面研究较多，如二斑叶螨，在日本存在滞育和非滞育两个类型，两个类型的地理分布、寄主和发生规律等有明显差异，对滞育诱导中的光周期反应、寄主营养、温度和滞育的解除等也都进行了细致深入的研究（Gotoh，1986）；还通过滞育和非滞育类型的杂交，研究了滞育的遗传学（Goka and Takaafuji，1991）；对滞育和非滞育个体抗逆性的强弱进行了比较试验（Dentener *et al*.，1998）等。国内对于山楂叶螨的研究主要集中在生物学、生态

基金项目：山东省教育厅资助项目

作者简介：刘会梅，女，1971 年生，山东博兴人，博士研究生，研究方向为真菌分子遗传学，E-mail：maylw@sina.com

* 通讯作者 Author for correspondence，E-mail：xgsun@sdau.edu.cn

收稿日期 Received：2002-03-19；接受日期 Accepted：2003-02-25

学、以及药剂防治等方面，山楂叶螨在山东以成螨越冬，目前尚未见有关其滞育研究的报道。鉴于此，本文着重研究了光照、温度和寄主营养等环境因子与滞育的关系，以期为深入研究该螨的滞育机理、发生规律和防治措施提供参考。

1　材料与方法

1.1　供试虫源及饲养方法

1.1.1　供试虫源：山楂叶螨采自山东省济南市长清县苹果园，为 4～6 年生国光，长势较好。试验进行之前，山楂叶螨在 25℃、生化培养箱内用梨树 *Pirus sinensis* 叶片饲养，大量繁殖供试虫源。

1.1.2　饲养方法：采用海绵水盘法：将厚约 1 cm 的海绵剪成略小于培养皿的圆片，置于培养皿中（直径约 10 cm），用水浸湿，采集新鲜健康的梨树叶片洗净晾干后叶背向上平铺在海绵上，用 1～2 层滤纸条压在叶片的边缘，不留空隙，且滤纸与海绵接触，以防止叶螨逃逸。用小毛笔将叶螨小心挑到叶片上。每天加水一次，保持湿度，防止叶片过早干枯。每 5 天换一次叶片。

试验在生化培养箱内进行。箱内设 8 W 日光灯 2 支，光照强度为 800 lx 左右，光照由定时开关控制，湿度在 70%～80%RH 之间。

1.2　山楂叶螨滞育的光周期反应

4 月上旬采集刚出蛰的山楂叶螨雌成螨，选用梨树健康叶片，在 25℃生化培养箱内用海绵水盘法饲养。雌成螨大量产卵后，将其挑除。然后将所产卵饲养至成螨，每盘接 30 头左右雌成螨，产卵 12 h 后将成螨挑除（以保证螨生长发育整齐，每盘卵不少于 60 粒）。将所产的卵计数、编号置于 21℃生化培养箱内，光照 0 h、8 h、10 h、11 h、12 h、12.5 h、13 h、16 h 和 24 h，饲养至成螨，统计滞育雌成螨的比率。每光照处理重复 3 次。

1.3　对光周期反应的敏感螨态

分别将各螨态放在长光照（16 h/d）和短光照（10 h/d），21℃生化培养箱内，从卵饲养至成螨，7 天后检查滞育雌成螨比率。共设 16 个不同组合处理，每处理重复 3 次。饲养方法同光周期反应。试验过程中每天观察四次，及时转换光照处理。将少数发育不一致的个体挑除，以保证每盘中的螨态一致。处理如图 1 所示。

序号 Serial no.	卵 Egg	幼螨 Larva	第一若螨 Protnnymph	第二若螨 Deutonymph	成螨 Adult
1					
2	■				
3	■	■			
4	■				■
5		■			■
6		■	■		
7			■		
8			■	■	
9				■	
10				■	■
11					■
12	■	■	■		
13		■	■	■	
14		■	■		■
15			■	■	■
16	■	■	■	■	■

长光照 (L:D=16:8) Long photophase　　短光照 (L:D=10:14) Short photophase

图 1　光周期诱导山楂叶螨滞育的敏感螨态的测定

Fig. 1　Determination of sensitive stage of *Tetranychus viennensis* diapause induced by photoperiod

1.4　温度对山楂叶螨滞育的影响

设置短光照（8 h/d），分别在 15℃、18℃、21℃、24℃和 27℃生化培养箱内，从卵饲养至成螨，检查滞育的雌成螨比率，同时统计幼螨至成螨的发育历期和存活率。每处理重复 3 次。

1.5　叶片质量对山楂叶螨滞育的影响

取同株梨树的老叶、嫩叶及病叶，设相同叶面积（4 cm^2），相同螨密度（每叶片雌成螨 30 头左右），在临界光周期（12.5 h/d），21℃下，从卵饲养至成螨，检查滞育雌成螨的比率，并同时统计幼螨至成螨的发育历期和存活率。每处理重复 3 次。老叶和嫩叶分别取自同一枝条的干基部和枝嫩梢，病叶是染梨胶锈病 *Gymnosporangium haraeanum* 后的叶片，轻微枯黄，做成水盘浸水后极易腐烂，需及时更换。

1.6　螨密度对山楂叶螨滞育的影响

取同株梨树的相同健康叶片，在相同叶面积（4 cm^2）下，设置不同的螨密度（25，50，75，100 头），分别在临界光周期左右（12.5 h/d）和短光照（10 h/d），21℃下，从卵饲养至成螨，检查滞育雌成螨的比率，同时调查幼螨至成螨的发育历期和存活率。每处理重复 3 次。

1.7　滞育的判断

从卵饲养至成螨后，观察其体色的变化。若体色由暗红色变为鲜亮的橙红色，且不取食，喜欢聚集，少活动则认为是滞育（匡海源，1986）；若体色变化不明显，可单头饲养，7 天内不产卵者视为

滞育，否则为非滞育。

2 结果与分析

2.1 山楂叶螨滞育的光周期反应

山楂叶螨在不同光周期处理下的滞育率见表1。

表 1 光照时间对山楂叶螨滞育的影响（21℃±0.5℃）

Table 1 Effects of photoperiod on diapause of *T. viennensis* at (21±0.5)℃

光照时数(h/d) Light time	0	8	10	11	12	12.5	13	14	16	24
羽化雌成螨数(头) number of female adults emerged	53	28	32	41	51	30	27	43	29	35
滞育雌成螨数(头) number of diapause mites	0	19	32	41	50	16	0	0	0	0
滞育率(%) diapause rate	0	67.8	100	100	980	53.3	0	0	0	0

山楂叶螨的滞育率在光照 10～12 h 之间为 98～100%，12.5 h 时为 53.3%，光照延长 0.5 h 即光照 13 h 时，滞育率骤减为 0，光照超过 13 h 完全不滞育，因此该螨的临界光周期为 12.5 h/d 左右。在实验的光周期范围内，滞育率与光照呈线性关系，拟合回归方程 $y = -98x + 1275.4$（$r = 0.99$）可知山楂叶螨的临界光周期为 12 h 32 min，为长光照发育、短光照滞育型，与针叶小爪螨、杨始叶螨（孙绪艮等，1995，1998）和朱砂叶螨（吴千红和经佐琴，1993）基本相同。

2.2 对光周期反应的敏感螨态

研究结果如图 2 所示：卵期短光照（处理 2）、第二若螨期短光照（处理 9）和成螨期短光照（处理 11）完全不滞育；幼螨期短光照（处理 5）和第一若螨期短光照（处理 7）滞育率分别为 20.3%和 25.0%；卵期和成螨期分别短光照（处理 4）也不滞育；可见叶螨的单独一个发育阶段对短光照不敏感或仅有微弱的感应。当连续两个发育阶段经过短光照处理，如卵→幼螨连续短光照（处理 3）的滞育率为 47.7%，幼螨→第一若螨连续短光照时（处理 6）为 88.3%，第一若满→第二若螨短光照（处理 8）为 93.5%，可见在幼螨至第二若螨之间两个连续阶段经短光照处理才会产生较强反应。而第二若螨→成螨即使连续经短光照（处理 10）也不会发生滞育。在发育过程中，3 个连续发育阶段经过短光照如卵→第一若螨（处理 12）或幼螨→第二若螨（处理 13），其滞育率分别高达 98.3%和 100%；若从卵到成螨的整个发育过程都经过短光照（处理 16），它的滞育率达 100%。

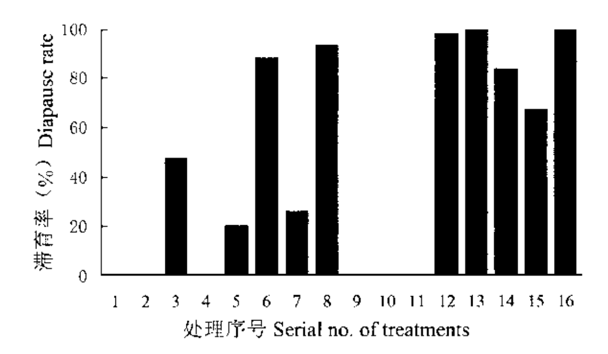


图 2 光周期诱导滞育的敏感螨态

Fig. 2 Stage sensitive to photoperiod for induction of diapause in *T. viennensis*

2.3 温度对山楂叶螨滞育的影响

实验结果如表 2 所示，在相同短光照 8 h/d 下，15～27℃范围内，滞育雌成螨的比率随着温度的升高而降低。在较低的温度如 15℃和 18℃下的滞育率分别达到 100%和 93.0%；24℃下，其滞育率降至 13.3%，当温度达到 27℃时，其滞育率降为 0。温度过高时即使在短光照下，也不会滞育。即高温能抑制滞育而低温促进滞育。

表 2 温度对山楂叶螨滞育的影响

Table 2 Effect of temperature on diapause of *T. viennensis*

温度(℃) Temperature	存活率(%) Survial	历期(天) Duration(d)	总雌成螨数(头) Number of female adults	滞育率(%) Diapause rate
15	42.87±2.75 c	19.0±0.5 a	96	100 a
18	43.8±3.27 c	17.0±0.3 b	87	93.0±1.2 b
21	51.23±1.6 b	10.1±0.3 c	153	66.5±3.6 c
24	59.33±1.12 a	7.4±0.5 d	90	12.8±2.7 d
27	41.27±1.46 c	5.9±0.2 e	108	0 e

表中数据是平均值±标准差，数据后有不同字母表示差异显著（$P<5\%$ Duncan 多重比较），下同。

The data in the table are presented as means ± *SD*; different letters show significant difference at 5% level by Ducan's multilple range test. The same for the following tables.

2.4 叶片质量对山楂叶螨滞育的影响

叶螨的滞育与寄主营养有关。由表 3 可以看出在相同的温度和湿度下，病叶上山楂叶螨的滞育率最高，达 69.7%，其次是老叶为 55.3%，幼嫩叶片上的滞育率仅为 25%。本试验过程中采集到的病叶为受梨胶锈病侵染后的梨树叶片，叶片表面轻微干枯。由此可见，在环境条件极端恶化的情况

下，叶螨如不能迁徙到适宜的环境，就会通过调节内分泌机制进入滞育状态。

表 3　叶片质量对山楂叶螨滞育的影响
（21℃ ± 0.5℃，70% ~ 80% RH）
Table 3　Effect of leaf quality on the diapause of *T*. *viennensis* at 21℃ and 70% – 80% RH

叶片类型 Type of leaves	存活率 Survival（%）	历期（天） Duration（d）	羽化雌成（头）螨 Number of female adults emerged	滞育率（%） diapause rate
嫩叶 young leaf	53.0 ± 4.6 a	10.2 ± 0.6 b	70	20.2 ± 2.4 a
老叶 old leaf	48.7 ± 2.1 a	10.7 ± 0.5 ab	114	55.7 ± 5.7 b
病叶 disease leaf	36.5 ± 5.5 b	11.8 ± 0.7 a	69	69.3 ± 3.8 c

2.5　叶螨密度对滞育的影响

由表 4 可以看出，在滞育临界光周期附近（12.5 h/d），随叶螨密度的增大，山楂叶螨滞育率增高，4 个密度处理之间存在不同程度差异，且逃逸淹死现象较为严重，即在临界光周期时，寄主因叶螨的过多取食营养恶化能促进叶螨滞育；在短光照（10 h/d）下，无论螨口密度大小，雌成螨全部滞育（100%），各处理间不存在显著性差异，即短光照时寄主营养对滞育的影响不明显，一定条件下寄主营养对叶螨滞育的影响是从属于光周期的，只有在特定的光周期范围内起作用。

表 4　不同叶螨密度对滞育的影响（21℃ ± 0.5℃，70% ~ 80% RH）
Table 4　Effect of mite density on diapause of *T*. *viennensis* at 21℃ and 70% – 80% RH

光照（h/d） light	初始密度（头/4 cm²） Initial density（mites/4 cm²）	存活率（%） Survival	发育历期（天） Duration（d）	羽化雌成螨总数（头） Number of female adults	滞育率（%） Diapause rate
12.5	57	52.6 ± 3.4 a	10.1 ± 0.3 b	25	47.5 ± 5.5 a
	119	49.6 ± 2.4 a	9.8 ± 1.0 b	49	53.3 ± 5.4 ab
	214	40.6 ± 3.3 b	11.0 ± 0.2 ab	72	58.4 ± 2.2 bc
	282	39.0 ± 2.5 b	11.4 ± 0.7 a	89	56.3 ± 5.8 c
10	71	53.7 ± 3.6 a	10.1 ± 0.5 a	32	100 a
	102	49.6 ± 1.6 a	10.0 ± 0.7 a	41	100 a
	106	41.5 ± 0.9 b	11.3 ± 0.5 a	36	100 a
	88	38.5 ± 2.1 b	10.6 ± 1.1 a	28	100 a

3　讨论

3.1　光照、温度和营养

光照、温度和营养是诱导叶螨滞育的主要因子，三者相互影响、相互制约，共同作用。通常情况下单独一个因子不会起决定作用。在试验过程中，25℃全光照培养箱内大量饲养的山楂叶螨中发现了少量滞育雌成螨，这些滞育个体出现在叶螨密度较大的叶片上，其滞育率为 2% 左右。另外，6 月中旬山楂叶螨大发生的时候，田间也出现了少量滞育雌成螨，出现这种情况的叶片一般螨密度过大，叶片变色、硬化、甚至干枯。理论上，在这样的高温和长光照下不会发生滞育，但由于螨密度过大，导致寄主营养恶化，少数个体得不到适宜的营养，达不到正常发育的需要，影响其内在的生理机制从而诱发了滞育。但滞育雌成螨出现比率很小，说明在正常的光照、温度条件下，营养因素只能在螨密度极大的情况下起诱发作用，不会成为滞育的主导因子。

在短光照范围内，温度是影响滞育的主导因子，温度过高则会抑制滞育，如在 24℃时山楂叶螨的滞育率仅为 13.3%，当温度达 27℃时即使经过短光照也不发生滞育。在一定的温度条件下，光照则成为影响滞育的主导因子。如在 21℃下，完全黑暗或光照时间长于 13 h，山楂叶螨不滞育；在光照时间短于 12.5 h 条件下，滞育率较高。据此认为，温度和光照相互影响，共同作用于诱导山楂叶螨的滞育。

3.2　临界光周期

临界光周期因叶螨种类的不同而异，例如同为短光照滞育型的杨始叶螨、针叶小爪螨，其诱导滞育的临界光周期分别为 12 h/d 和 13 h/d（孙绪艮等，1995，1998），山楂叶螨则为 12 h 32 min，同种叶螨其临界光周期因其所在地理纬度不同而异，一般随地理纬度的增高而延长，如苹果全爪螨 *Tet-*

ranychus mali 在北纬43°、52°、60°的地理种群临界光周期分别为12、14和17 h/d（Van de Vrie，1972）。本实验仅研究了山楂叶螨山东种群的滞育临界光周期，对于其他地区种群其临界光周期可能会有某些差异。

3.3 对光周期反应

叶螨对光周期产生反应的敏感螨态因种类不同而异。杨始叶螨、针叶小爪螨（孙绪良等，1995，1998）的敏感螨态均为幼螨至第二若螨期之间两个连续阶段；朱砂叶螨在成螨羽化后的1～4天对短光照最敏感（吴千红和经佐琴，1993）；而柑桔全爪螨（Fujimoto and Takajuki，1986）的各个发育阶段对短光照均敏感，只是程度不同。我们对山楂叶螨的研究表明幼螨至第二若螨之间连续两个发育阶段对短光照敏感，单独一个发育阶段不敏感或仅有微弱的反应。而当第一若螨→成螨三个发育阶段连续经过短光照处理（处理15），其滞育率明显低于仅若螨阶段短光照处理（处理8），两者分别为93.5%和67.3%；在幼螨和第一若螨经过短光照后，对成螨再进行短光照处理（处理14），则其滞育率（88.3%），较不再进行成螨短光照（83.7%，处理6）有所降低，此种现象表明，短光照对成螨不仅不促进滞育，反而略有抑制倾向；单独卵期对短光照不敏感（处理2），但是若与幼螨连续经过短光照处理（处理3），滞育率达47.7%，明显提高，是否卵期对短光照也有敏感性？这些问题仅通过目前的几个处理设置还不能得出确切的结论，尚需进一步研究。

参 考 文 献（References）

Dentener P D，Lewthwarte S E，Maindonald J H，Connolly P G，1998. Mortality of two-spotted spider mite（Acari：Tetranychidae）after exposure to ethanol at elevated temperatures. *J. Econ. Entomol.*，91（2）：768－771.

Fujimoto H，Takajuki A，1986. Photoperiodic sensitivity of various stages of the diapause strain of the citrus red mite，*Panonychus citri*. *Appl. Ent. Zool.*，21（4）：582－588.

Goka K，Takaafuji A，1991. Genetic studies on the diapause of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch（2）. *Appl. Ent. Zool.*，26（1）：77－84.

Gotoh T，1986. Annual life cycle of the two-spotted spider mite，*Tetranychus urticae* Koch（Acarina：Tetranychidae）on *Ribes rubrum* L. in Sapporo：the presence of non-diapausing individuals. *Appl. Ent. Zool.*，21（3）：454－460.

Kuang H Y，1965. The photoperiodic reaction of *Tetranychus telarius* L. *Entomological Knowledge*，9（1）：5.［匡海源，1965. 棉叶螨的光周期反应. 昆虫知识，9（1）：5］

Kuang H Y，1986. Mites of Acari. Beijing：China Agricultural Press. 126－137.［匡海源，1986. 农螨学. 北京：农业出版社. 126－137］

Piao C S，Zhou Y S，Qiu G S，2000. Studies on diapause of *Tetranychus urticae* Koch. *Entomological Knowledge*，37（4）：212－214.［朴春树，周玉书，仇贵生，2000. 二斑叶螨滞育特性初步研究. 昆虫知识，37（4）：212－214］

Sun X G，Zhou C G，Zhang X D，Liu Y M，Mi X M，1995. A study on the diapause of *Oligonychus ununguis*（Jacobi）. *Acta Entomol. Sin.*，38（3）：305－311.［孙绪艮，周成刚，张晓娣，刘玉美，宓秀民，1995. 针叶小爪螨的滞育研究. 昆虫学报，38（3）：305－311］

Sun X G，Li B，Zhou C G，Li Z P，1998. A study on the diapause of *Eotetranychus populi*（Koch）. *Scientia Silvae Sinicae*，34（5）：83－88.［孙绪艮，李波，周成刚，李占鹏，1998. 杨始叶螨滞育研究. 林业科学，34（5）：83－88］

Van de Vrie M，1972. Ecology of Tetranychid mites and their natural enemies：a review. Biology，ecology，and pest status and host-plant relation of Tetranychids. *Hilgrdia*，41：343－432.

Wu Q H，Jing Z Q，1993. Studies on the induction of diapause in the carmin spider mite *Tetranychus cinnabarinus*（Bosiduval）. *Entomological Knowledge*，30（6）：335－336.［吴千红，经佐琴，1993. 朱砂叶螨滞育诱导的研究. 昆虫知识，30（6）：335－336］

Xu W H，1999. Advances in insect diapause studies. *Acta Entomol. Sin.*，42（1）：100－105.［徐卫华，1999. 昆虫滞育的研究进展. 昆虫学报，42（1）：100－105］